

# 長時間アンサンブル降雨予測情報を用いた水力発電ダムの運用改善に関する基礎的検討

電源開発株式会社 正会員 ○松原 隆之  
 一般財団法人日本気象協会 非会員 中田 有美  
 京都大学 正会員 角 哲也

## 1. 目的

気候変動影響により異常な洪水・渇水の増加が予想され、水力発電ダムは洪水軽減および再生可能エネルギーの観点で期待が高まっている。2020年から全ダムで3日先予測を用いた事前放流の取り組みが始まっているが、3日先よりも予測時間が長い高精度な予測情報を用いて事前放流に先行して発電放流のみで空き容量を確保する計画的事前放流(図-1)を実現できれば、洪水軽減に加えて水力発電量の増加が可能となる。本検討では、天竜川水系の佐久間ダム(図-2および表-1)をモデル地点として、長時間アンサンブル降雨予測情報を用いた計画的事前放流による水力発電ダム運用改善の可能性を考察し、実現に向けた課題を抽出した。

## 2. 検討手順・方法

2017~2021年の4~10月を対象期間として、長時間アンサンブル降雨予測(表-2)による佐久間ダム上流域平均予測総雨量(15日積算)を作成した。予測総雨量は、各アンサンブルメンバーの予測雨量について、予測リードタイム15日を4つの予測期間(1~11h, 12~83h, 84~179h, 180~360h)区分し、各予測期間の51メンバーの予測累積雨量を降順に並び替え、上位(1~3位)、中位(6~15位)、下位(37~46位)を抽出し、平均値を

算出し、それぞれ上位予測、中位予測、下位予測とした。なお、抽出方法については既往検討<sup>1)</sup>を参考にした。

次に、計画的事前放流の実施判断のための目安雨量を設定した。洪水規模をある程度の確からしさを予測するには、15日予測のうち3~5日程度は降雨・洪水を予測する期間が必要と考えられるため、本検討では、洪水の10日前から計画的事前放流を開始する設定とした。具体的には、2021年8月洪水を代表イベントとして、



図-2 佐久間ダムの位置

表-1 佐久間ダム・発電所の諸元

形式	重力式コンクリートダム
堤高	155.5 m
堤頂	293.5 m
堤体積	1.12×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
流域面積	3,827 km <sup>2</sup>
総貯水容量	326.8×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
有効容量	187.6×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
最大出力	350,000 kW
最大使用水量	306 m <sup>3</sup> /s

表-2 長時間アンサンブル降雨予測の仕様

種別	高精度アンサンブル降雨予測 (ECMWF アンサンブルの AI ダウンスケーリング)
要素	流域平均 1 時間雨量
対象流域	佐久間ダム上流域
予測時間	1~360 時間先 (15 日先)
初期時刻数	1 日 2 回 (9 時初期時刻、21 時初期時刻)
メンバー数	51 メンバ
対象期間	2017~2021 年 (4~10 月)

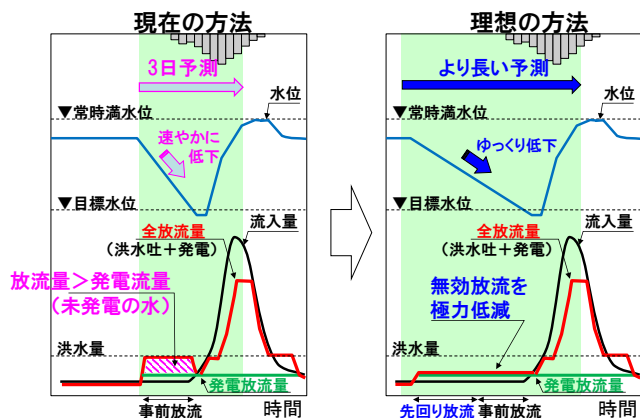


図-1 計画的事前放流のイメージ

キーワード 水力発電、計画的事前放流、長時間アンサンブル降雨予測、増電、洪水軽減

連絡先 〒104-8165 東京都中央区銀座6-15-1 電源開発株式会社 土木建築部 TEL03-3546-9605

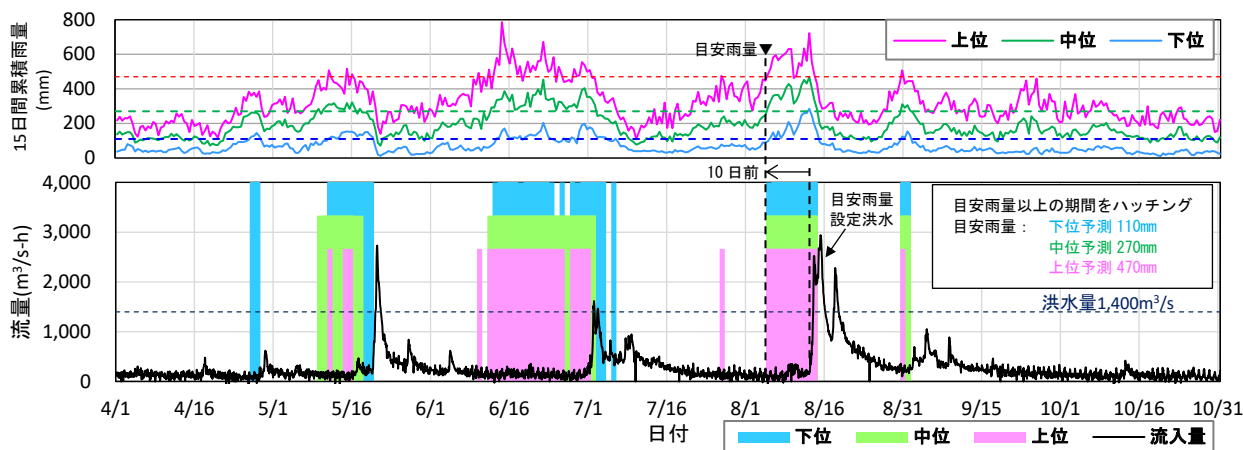


図-3 長時間アンサンブル降雨予測による計画的事前放流対象期間 (2021年)

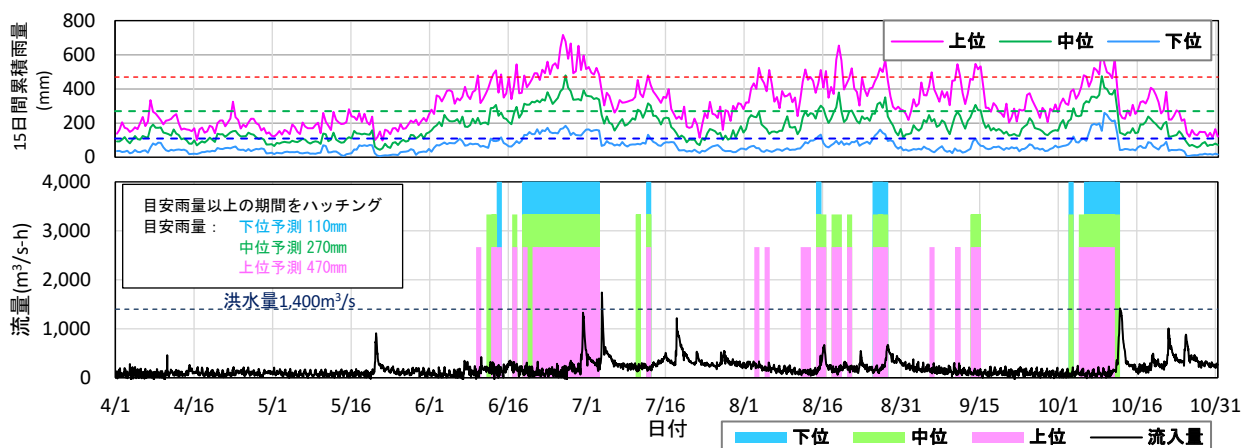


図-4 長時間アンサンブル降雨予測による計画的事前放流対象期間 (2019年)

洪水発生10日前の予測総雨量を計画的事前放流実施判断の目安雨量(上位予測:470mm、中位予測270mm、下位予測:110mm)とした。計画的事前放流対象期間(目安雨量以上となった期間)と洪水期間の関係からダム運用改善の可能性を考察し、課題を抽出した。

### 3. 検討結果

サンプルとして2021年と2019年の計画的事前放流対象期間を示す(図-3、図-4)。概ね洪水の10日以上前には予測雨量が目安雨量を越え、計画的事前放流を開始できる結果となった。一方で、2019年は洪水が発生しないにもかかわらず目安雨量以上の予測雨量となる空振りが多い。その他の年も同様であり、大規模洪水を10日程度前から予測できるものの年によっては空振り頻度が多い結果となった。また、計画的事前放流対象期間について、下位予測(青)は上位予測(ピンク)や中位予測(緑)よりも空振りが少ない傾向となった。空振りの頻発は、渇水リスクの増加や、水位が下がりすぎることによる発電効率低下が想定され、空振り影響の最小化が今後の課題と考えられる。

### 4. まとめ

本検討の結果、最新の長時間アンサンブル降雨予測情報の適用により、洪水の10日程度前に発電放流による計画的事前放流の実施判断が可能と考えられる。ただし、空振り影響の最小化が今後の課題である。なお、別途検討では、完全予測による最適操作(いわゆる神様放流)にて計画的事前放流と洪水操作を実施した場合に、1洪水当たり平均で約30GWhの増電や、ダムからの最大放流量を20%程度低減できる試算結果を得ている。増電効果と洪水軽減効果を得るには、計画的事前放流に加えて、洪水操作の最適化が必要であり、数時間から3日程度先までの短時間降雨予測の高精度化も重要である。

**謝辞:** 本検討に際し、SIP(戦略的イノベーションプログラム)より長時間アンサンブル降雨予測情報をご提供いただいたことをここに記し、感謝の意を表します。

### 参考文献

1) 木谷ほか, ECMWF アンサンブル予測雨量の予測特性及びダム運用への活用方法に関する基礎的検討, 土木学会論文集 B1(水工学), 74, 5, I\_1321-I\_1326, 2018